

Orientierungsstudium MINTgrün

Stefan Born

Institut für Mathematik, TU Berlin



Warum ein Orientierungsstudium an der TUB?

Studienabbruch

Faktum: Hohe Studienabbrecherzahlen in den MINT-Fächern.

| Fächergruppe | Abbrüche bei Studienanfänger/-innen | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| | 2006/2007 | 2008/2009 |
| Mathematik / Naturwissenschaften | 39% | 39% |
| Ingenieurwissenschaften | 48% | 36% |
| Alle Fächergruppen | 35% | 33% |

Entwicklung der Studierendenzahlen:

| | |
|-----------|-----------|
| 2001/2002 | 2013/2014 |
| 1.868.229 | 2.616.881 |

[Quellen: DZHW -Studienabbruchstudie 2014, Abbildung A 2; HRK-Statistik zu Studienangeboten 1/2013]

Analyse der Gründe, exemplarisch: (Fakultät III der TUB, Studie von [Silke Müllers et al., TUB, 2009])

Die allerwichtigsten Gründe waren:

- falsche Studienentscheidung
- berufliche Neuorientierung

Analyse der Gründe, exemplarisch: (Fakultät III der TUB, Studie von [Silke Müllers et al., TUB, 2009])

Die allerwichtigsten Gründe waren:

- falsche Studienentscheidung
- berufliche Neuorientierung

👉 bessere Orientierung vor dem Studium wünschenswert

- unübersichtliche Studienorganisation
- zeitliche Überforderung (vor allem bei Erwerbstätigen)
- misslungene soziale Einbindung

Studienabbruch


- unübersichtliche Studienorganisation
- zeitliche Überforderung (vor allem bei Erwerbstätigen)
- misslungene soziale Einbindung



- unübersichtliche Studienorganisation
- zeitliche Überforderung (vor allem bei Erwerbstätigen)
- misslungene soziale Einbindung



?

 Kleine Bemerkung: Abbruchquote bei Frauen deutlich kleiner

- vermehrte Prüfungsmisserfolge (besonders: Mathematik)
- Qualität der Lehre ('Lehrstoff nicht vermittelt', 'wenig Praxisbezug')
- 23 % gaben an: falsche Einschätzung des eigenen Wissens

- vermehrte Prüfungsmisserfolge (besonders: Mathematik)
- Qualität der Lehre ('Lehrstoff nicht vermittelt', 'wenig Praxisbezug')
- 23 % gaben an: falsche Einschätzung des eigenen Wissens

Schulwissen?

Unzufriedenheit mit der Lehre

Abbildung 21: Beurteilung von Lehrenden und Lehre nach Leistungsdefiziten
(Werte 1 und 2 auf vierstufiger Skala; 1=trifft vollkommen zu 2=trifft eher zu)

| Beurteilung von Lehrenden und Lehre | Leistungsdefizite | |
|--|-----------------------------|-------------------------|
| | vermehrte Leistungsdefizite | wenig Leistungsdefizite |
| Schlechte Erklärung des Lehrstoffs | 60% | 50% |
| Unklare Leistungsanforderungen bzgl. der Prüfungen | 75% | 37,5% |
| Von Lehrenden ungerecht behandelt gefühlt | 37,5% | 6,2% |
| Lehrende haben kaum bei Fragen geholfen | 43,7% | 56,2% |
| Unzufriedenheit mit den Lehrenden | 43,8% | 42,1% |
| Schlechte Lehrveranstaltungen | 43,8% | 52,7% |
| Ungenügende Vermittlung des Lehrstoffs | 68,8% | 62,5% |

Kleines Intermezzo: Rolle der Mathematik

Scheitern an Mathematik

- Hauptlast in den ersten beiden Semestern (für Ing., Phys.)
- heftiger Kontrast zur Schulmathematik
- fehlende Grundlagen ?
- „zu viel, zu schnell, zu abstrakt“

Scheitern an Mathematik

- Hauptlast in den ersten beiden Semestern (für Ing., Phys.)
- heftiger Kontrast zur Schulmathematik
- fehlende Grundlagen ?
- „zu viel, zu schnell, zu abstrakt“

Andererseits schaffen doch die meisten Studierenden ihre Prüfungen in Analysis und linearer Algebra im 2. oder 3. Anlauf.

Mehr Praxisbezug in der Mathematik-Lehre?

Mehr Praxisbezug in der Mathematik-Lehre?

aber:

- gemeinsame Vorlesung für alle Ing.
- praxisbezogene Beispiele „zusätzliche Schwierigkeit“

Mehr Praxisbezug in der Mathematik-Lehre?

aber:

- gemeinsame Vorlesung für alle Ing.
- praxisbezogene Beispiele „zusätzliche Schwierigkeit“

👉 **Modellierung** könnte motivierend sein, bräuchte aber zusätzliche begleitende Veranstaltungen (Zeit, Geld)

Problemlösen oder bloße Technik?

Studienanfänger kennen Mathematik als
„**Aufgaben rechnen**“,
nicht als
ergebnisoffenes Problemlösen.

⇒ ?

Problemlösen oder bloße Technik?

Studienanfänger kennen Mathematik als
„**Aufgaben rechnen**“,
nicht als
ergebnisoffenes Problemlösen.

⇒ ?

Mathematisches Problemlösen nötig / motivierend auch für
Ingenieure ?

Problemlösen oder bloße Technik?

Studienanfänger kennen Mathematik als
„**Aufgaben rechnen**“,
nicht als
ergebnisoffenes Problemlösen.

⇒ ?

Mathematisches Problemlösen nötig / motivierend auch für
Ingenieure ?

Lässt die Vermittlung des Kanons dafür Zeit ?

Weiter mit der allgemeinen Problemlage

Studierende werden jünger

Mehr sehr junge Studienanfänger:

- 12-jähriges Abitur
- Ende der Wehrpflicht
- frühere Einschulung

⇒ Studienentscheidung vielleicht schwieriger ?

Mehr Studienangebote

Entwicklung der Studienangebote in Deutschland

| Semester | insgesamt | Bachelor | Master | staatl./kirchl. | sonst. |
|--------------|-----------|----------|--------|-----------------|--------|
| WiSe 2007/08 | 11.265 | 4.108 | 2.778 | 2.218 | 2.161 |
| WiSe 2008/09 | 12.298 | 5.230 | 4.004 | 1.924 | 1.140 |
| WiSe 2009/10 | 13.131 | 5.680 | 4.725 | 1.922 | 804 |
| WiSe 2010/11 | 14.094 | 6.047 | 5.502 | 1.905 | 640 |
| WiSe 2011/12 | 15.278 | 6.826 | 6.207 | 1.710 | 535 |
| WiSe 2012/13 | 16.082 | 7.199 | 6.735 | 1.726 | 422 |
| WiSe 2013/14 | 16.634 | 7.477 | 7.067 | 1.698 | 392 |
| WiSe 2014/15 | 17.437 | 7.685 | 7689 | 1.703 | 360 |

[HRK-Statistik zu Studienangeboten 2013/1 und WiSe 2014/15]

Laut HIS, 2009 beginnen

- 77% der Kinder aus Akademikerfamilien
- 23% der Kinder aus Nicht-Akademikerfamilien

ein Studium.

Anteil der Frauen unter den Stud.

| | 2013/14 | 2012/13 | 2011/12 |
|-------------------|---------|---------|---------|
| TUB: | | | |
| alle Studiengänge | 32% | 32% | 32% |
| MINT-Fächer | 28% | 28% | 27% |
| Deutschland: | | | |
| alle Studiengänge | 48% | 44% | 47% |
| MINT-Fächer | 29% | 29% | 29% |

[Studierendenstatistik TUB; BMBF, Tabelle 2.5.21]

Bei der Beantragung von MINTgrün (Qualitätspakt Lehre):

- Studienentscheidung schwierig
- Studieneingangsphase schwierig

Bei der Beantragung von MINTgrün (Qualitätspakt Lehre):

- Studienentscheidung schwierig
- Studieneingangsphase schwierig

In dieser Analyse wird **Studierfähigkeit** nicht bezweifelt.

Orientierungsstudium MINTgrün

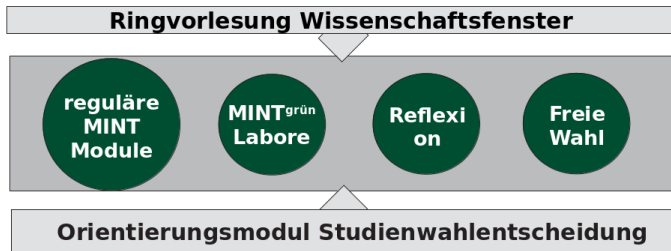
- Erhöhung des Studienerfolgs, Senken der Abbruchzahlen
- mehr Interesse für MINT-Fächer wecken
- Motivationssteigerung bei Studierenden und Lehrenden
- Erhöhung des Frauenanteils in MINT-Fächern
- Ermöglichen einer fundierten Studienwahlentscheidung

MINTgrün ist ein **zweisemestriges Orientierungsstudium**.

Es wendet sich an Studienanfänger/innen, die

- nicht wissen welches MINT-Fach sie studieren wollen
- zweifeln, ob sie überhaupt eines studieren wollen
- zweifeln, ob sie überhaupt studieren wollen

Studienfahrt zu Studienbeginn



Abschlussstage zum Studienende

Projektlabore → Studienreform in der Studieneingangsphase durch neue Lehrformate

Diese **Ringvorlesung** ist als **Pflichtveranstaltung** deklariert.

- Vorstellung von Fachbereichen, Forschungsgebieten
- anfangs nehmen die meisten teil, langfristig die Hälfte
- Studierendenprojekte stellen sich vor (Semesterende)

Studienberatung als **Pflichtmodul**.

Diverse Formate:

- Informationsveranstaltungen für alle
- seminarähnliche Form in kleinen Gruppen (10-20 P.)
- Einzelgespräche (kaum genutzt, Kapazität nicht vorhanden)

Die allermeisten nehmen teil.

Zusätzlich werden angeboten:

- Mentoring
- Mathematik-Beratung (durch studentische Tutoren/innen)

Zusätzlich werden angeboten:

- Mentoring
- Mathematik-Beratung (durch studentische Tutoren/innen)

Etwa 10-20 % nehmen diese Angebote wahr.

Besondere Projektlabore von MINTgrün

- mathematisch-naturwissenschaftliche Labor 'Mathesis'
- Robotik-Labor
- Umweltlabor
- Konstruktionslabor 'Kreativität und Technik'

Weitere Labore ab Herbst 2015:

- Strömungstechnisches Projekt
- Gender in Natur- und Technikwissenschaften
- Artefakte der Wissenschafts- und Technikgeschichte
- Chemie im Alltag

Deshalb: MINTgrün

Adressaten: Auch „ nicht klassische MINT-Studierende “

- kommt direkt in der Ringvorlesung vor
- Gegenstand des Umweltlabors
- indirekt in der Reflexion in anderen Laboren

Deshalb: MINTgrün

Adressaten: Auch „ nicht klassische MINT-Studierende “

- kommt direkt in der Ringvorlesung vor
- Gegenstand des Umweltlabors
- indirekt in der Reflexion in anderen Laboren
- ... vielleicht zu wenig, um den Namen zu rechtfertigen ?

- Vollzeitstudium (Immatrikulationsbescheinigung, Semesterticket)
- keine Anrechnung als Wartesemester möglich
- nicht geeignet um NC – Grenzen zu umgehen
- BAföG-Berechtigung
- bestandene Module anrechenbar im späteren Studium
- finanziert bis 2016 durch HSP III (und TU Berlin)

Evaluation

Aus den Eingangsbefragungen

| | 2012/13 | 2013/14 | 2014/13 | 2015/16 |
|-----------------|---------|---------|------------|---------|
| Anzahl | 77 | 177 | 323 | 412 |
| Frauenanteil | 21% | 33% | 34 % | 36 % |
| Alter \bar{x} | 20 J. | 19,8 J. | 19,2 Jahre | ? |
| will stud. | 86% | 86% | 88% | 87 % |
| will MINT stud. | 44% | 48% | 41% | 40% |
| HZB | Abitur | Abitur | Abitur | Abitur |
| aus B+BB | 78% | 71% | 76% | 81,5% |
| BAFöG | 20 % | 19% | 19% | 15% |

Weitere Daten aus drei Jahren

Gesamtzahlen aus den ersten 3 Jahrgängen

| | |
|---------------------------------|------------------------------|
| Notenspektrum HZB | 1,0-3,7 |
| Notendurchschnitt HZB | 2,3 |
| Häufigste Note HZB | 2,2 |
| Spektrum Alter | 16-35 |
| Spektrum erworbener ECTS-Punkte | 0-73 |
| Notendurchschnitt bei Prüfungen | ca. 1 Note besser als normal |

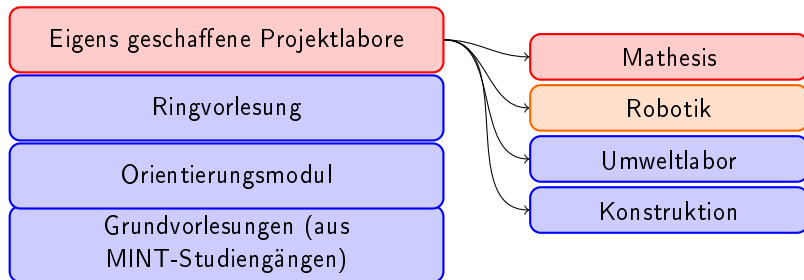
Erfreulich:

- kein Parkstudium
- kein unstetes „Hüpfen“

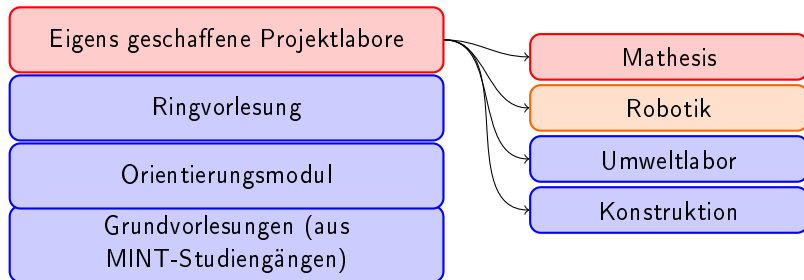
Das mathematisch-naturwissenschaftliche Labor

Mathesis

Ein Projektlabor



Ein Projektlabor



Wahlpflicht!

Grundideen:

- selber **selbst gewählte** Probleme lösen
- Bezug zu Modellen (Naturwissenschaft, Technik)
- Bezug zu Phänomenen
- experimentelle (induktive) Annäherung an die Gegenstände
- selbständig oder mit Hilfe die notwendige Mathematik erarbeiten

Grundideen:

- selber **selbst gewählte** Probleme lösen
- Bezug zu Modellen (Naturwissenschaft, Technik)
- Bezug zu Phänomenen
- experimentelle (induktive) Annäherung an die Gegenstände
- selbständig oder mit Hilfe die notwendige Mathematik erarbeiten
- **Forschendes Lernen**

Anspruch

zunehmende Selbständigkeit



Selbst gewählte Projekte

Projektwahl

Vorgeschlagene Projekte

Eigene Lösungen entwickeln

Lösungen

'State of the art'-
Lösungen rezipieren

Selbständige Organisation der studentischen Kleingruppen

Organisation

Gelenkte Projektarbeit

selbständige Recherche und Aneignung von Theorien und Methoden

Hilfsmittel

begleitende Tutorien und Einführungen

Wesentlich: Die Einführung

- ein vierwöchiger Python-Kurs
- Beispiele und Aufgaben aus mathematischen Modellen im MINT-Bereich
- Gebrauch der Werkzeuge: Wiki, Cloud

Wesentlich: Die Einführung

- ein vierwöchiger Python-Kurs
- Beispiele und Aufgaben aus mathematischen Modellen im MINT-Bereich
- Gebrauch der Werkzeuge: Wiki, Cloud
- komplementär: freier Online-Python-Kurs (Codecademy)

Ein Beispiel aus der Einführung: Schall

- kleinteilig **gegliederte Aufgaben**
- weiterführende, offen gehaltene Aufgaben
- Nutzung von Programmierung zum Experimentieren

Ein Beispiel aus der Einführung: Schall

- Schall aufnehmen und abspielen
- Schall visualisieren und abspielen
- Schallausbreitung: Echo
- Was ist Rauschen?
- Fourier-Analyse (diskrete Fourier-Transformation)

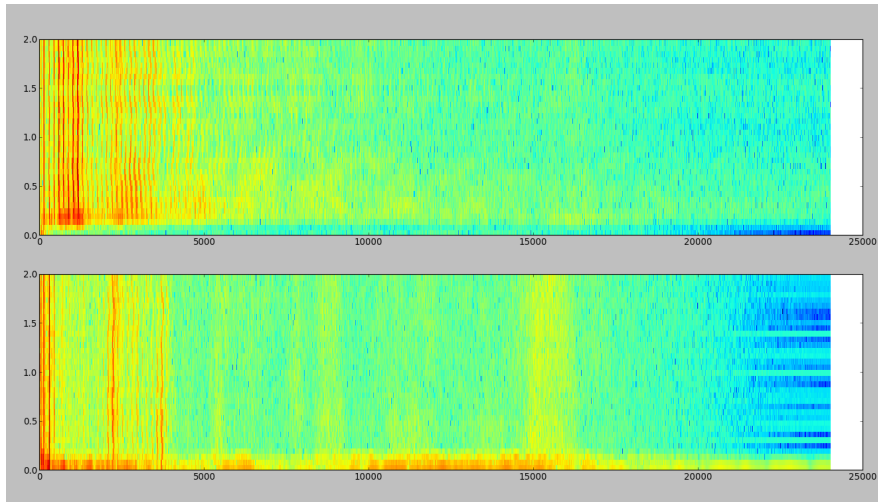
Ein Beispiel aus der Einführung: Schall

Beispiel: Schall

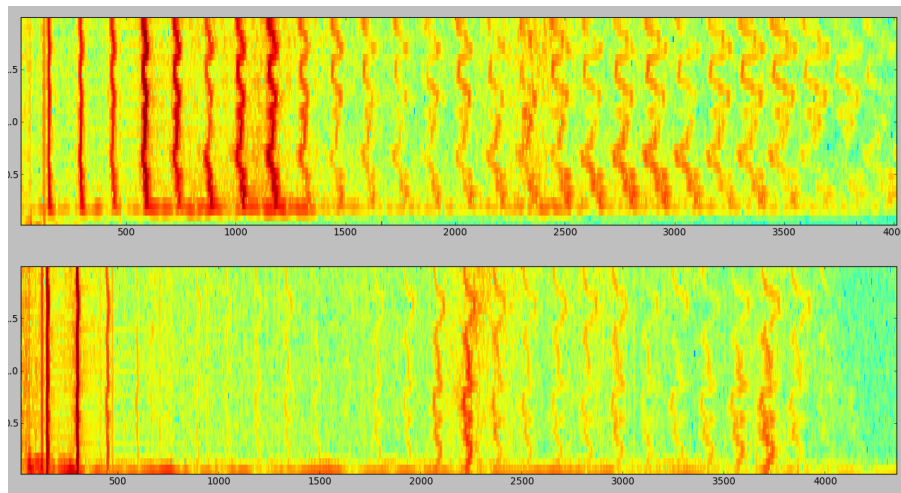
Dazu musste vorbereitet werden

- kleine Python-Programme
- Aufgabenliste
 - 1 Klänge am visualisierten Signal unterscheiden
 - 2 Klänge am visualisierten Spektrum unterscheiden
 - 3 ein Programm schreiben, das 'entrauscht'
 - 4 Programme als Echolot verwenden
- kleine Einführung in die Fourier-Analyse
- kleine Einführung in Fourier-Bibliotheken für Python

Was ist das **a**, was das **i**?



Was ist das **a**, was das **i**?



Themenwahl und Gruppenfindung

- gemeinsames Online-Dokument mit Ideen
- in der 'Wahlsitzung' stellen einzelne ihre Ideen vor

Themenwahl und Gruppenfindung

- gemeinsames Online-Dokument mit Ideen
- in der 'Wahlsitzung' stellen einzelne ihre Ideen vor
- problematisch: Teilnehmer/innen, die sich nicht entscheiden

- Planung in der Wiki ('Projektmanagement')
- Protokolle in der Wiki
- strukturierte Dokumentation
- eventuell schrift. Ausarbeitung
- Vorträge über Zwischenstand im Labor
- abschließender Vortrag über das Projekt (größeres Publikum)

Rollen des Dozenten dabei

- Prüfer
- Mitarbeiter
- Lehrender
- Projektmanager
- Moderator
- Mentor

Rollen des Dozenten dabei

- Prüfer
- Mitarbeiter
- Lehrender
- Projektmanager
- Moderator
- Mentor

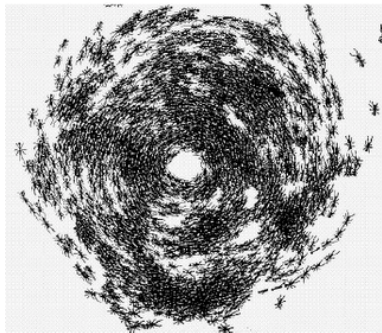
Diese Rollen widersprechen sich teilweise.
Studentische Mitarbeiter wichtig.

Mathesis ist ein Modul mit 6 ECTS-Punkten.
Portfolioprüfung umfasst:

- Hausaufgaben während Programmierkurs
- Projektplanung
- Protokolle
- Projektdokumentation/-ausarbeitung
- Vorträge

- existierendes Lego-Roboter-Labor Roberta
- Grundpraktikums-Experimente mit Bezug zu den Themen
- Laptops
- Materialien (Texte, Programme, Programm-Templates, Aufgaben)

Beispiel 1: Ameisenkolonie simulieren

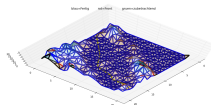
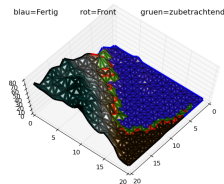


- Multiagentensimulation
- Beschreibung der Interaktionen
- Diffusion von Pheromonen

Beispiel 2: Digitale Signale mit Schall übertragen

- Methoden aus der Signalverarbeitung
- besonders Fourieranalyse

Beispiel 3: Kürzeste Wege auf polyedrischen Flächen

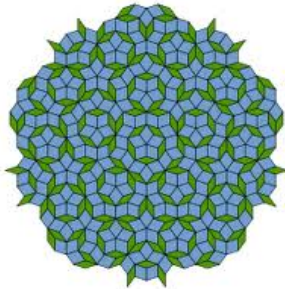
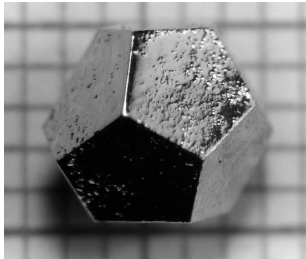


- polyedrische Fläche
- Strahlausbreitung
- ein kontinuierlicher Dijkstra-Algorithmus

Beispiel 4: Gedichte erzeugen aus Markovmodellen

- n-gram-Modelle lernen aus Liedcorpora
- aus n-gram-Modellen ziehen
- Verwendung eines englischen Aussprachewörterbuchs zur Realisierung von Reimen

Ein weiterer Bestandteil des Labors: Kleine Probleme, Rätsel, Merkwürdigkeiten



Zwischenbilanz

- sehr großer Abstand zwischen den besten und den schlechtesten Projekten
- manche Kleingruppen funktionieren nicht
- Dokumentation oft mangelhaft
- Unterschiede in Vorkenntnissen bleiben wichtig
- hoher Betreuungsaufwand seitens des Dozenten

- viele überzeugende Projekte
- auch schwache Gruppen bekommen etwas hin
- Labor *hat* einen Einfluss auf Studienentscheidungen
- Studierende *verwenden* am Anfang des Studiums Mathematik
- Bewertung durch die Teilnehmer/innen positiv

- möglich trotz Heterogenität des Schulwissens
- Erfahrung komplementär zu sonstigen Grundveranstaltungen
- Begegnung mit Aspekten der Fachkultur
- (begründete) Hoffnung: fördert später autonomes investigatives Verhalten
- dauerhafte Finanzierung ?